

УДК 622.68:622.271:625.7

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПАРАМЕТРАМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СВЕРХВМЕСТИМЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Фирсова А.А., студент гр. ЭБбтс-241, II курс
Научный руководитель: Самусев П.А., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Оценка влияния внедрения сверхвместимых самосвалов на параметры технологических дорог в горнодобывающей промышленности актуальна из-за важности оптимизации дорожных условий для повышения эффективности транспортных операций и безопасности эксплуатации автосамосвалов. Во-первых, важна роль дорожных условий в себестоимости автотранспортных работ. Дорожные условия определяют от 23% до 27% общих затрат на перемещение горной массы с использованием автосамосвалов. Во-вторых, геометрические параметры дорог влияют на эффективность работы автосамосвалов. Например, неоптимальные уклоны на съездах снижают среднетехническую скорость движения автосамосвалов и увеличивают среднее время рейсов, что увеличивает расход топлива. Еще одной причиной являются требования к параметрам дорог для движения автономных самосвалов, которые предъявляют более высокие требования к нормам проектирования карьерных автомобильных дорог, к геометрическим параметрам дорог, ровности проезжей части и конструкции дорожной одежды. Несоблюдение этих требований может привести к возникновению дорожно-транспортных происшествий, нарушению работы бортовой системы управления автомобилем, потерям связи с диспетчером карьера, что вызовет остановку движения самосвалов и, как следствие, снижение производительности.

Современная горная промышленность движется по пути укрупнения единиц оборудования. Это объективный процесс, продиктованный желанием снизить операционные затраты на тонну добытой массы. Появление самосвалов грузоподъемностью свыше 220 тонн, таких как БелАЗ-75710 или Caterpillar 797F, стало ответом на растущие объемы вскрыши и необходимость повышения производительности труда. Однако фокус внимания руководства предприятий часто смещается исключительно на тактико-технические характеристики самой машины. Внедрение гигантов вскрывает скрытые проблемы инфраструктуры. Дорога, ранее рассчитанная на 90-тонные машины, может не выдержать нагрузки. Возникает конфликт между желанием сэкономить на перевозках и необходимостью инвестировать в усиление полотна [1-3].

Первое, с чем сталкивается предприятие при закупке сверхвместимой техники, — это геометрия дорог. Габариты таких самосвалов существенно

отличаются от стандартного парка. Ширина машины может достигать 9–10 метров, что диктует новые требования к ширине проезжей части. Если для техники класса 90 тонн достаточно полосы движения около 15–18 метров на прямых участках, то для гигантов этот параметр возрастает до 25–30 метров. Это связано не только с шириной кузова, но и с необходимостью безопасного разъезда встречных потоков. Мощные двигатели позволяют тянуть тяжелые грузы в гору, но безопасность торможения на спуске выходит на первый план. Чтобы подняться на тот же горизонт, машине нужно пройти большее расстояние. Увеличение плеча откатки частично компенсирует выигрыш в производительности. Инженерам приходится искать компромисс между длиной пути и безопасностью торможения.

Нагрузка на ось у сверхместимых самосвалов достигает экстремальных значений. Даже при использовании многоосных схем распределения веса, давление на грунт остается высоким. Традиционные дороги из вскрышной породы могут не выдержать такой эксплуатации. Начинается интенсивное образование колеи, просадки полотна. Глубокая колея увеличивает сопротивление движению. Двигатель работает с повышенной нагрузкой, растет расход топлива.

Для решения этой проблемы требуется усиление дорожного полотна. Применяются методы укладки геотекстиля, использование более прочных скальных пород для отсыпки, иногда даже химическая стабилизация грунта. Все это ведет к росту капитальных затрат. В условиях вечной мерзлоты, например в Якутии, тепло от шин и двигателя может протаивать грунт под дорогой. Требуется специальная теплоизоляция или насыпи из дренирующих материалов.

Частота обслуживания дорог также возрастает. Грейдеры и катки должны работать чаще, чтобы поддерживать профиль. Если для обычного парка планировку делали раз в неделю, то для гигантов может потребоваться ежедневное обслуживание. Это увеличивает парк вспомогательной техники и расход ГСМ. Скрытые расходы на содержание инфраструктуры часто не учитываются в первоначальной бизнес-модели, что приводит к разочарованию в эффективности проекта.

Главный аргумент в пользу сверхместимых самосвалов — снижение себестоимости перевозки тонны груза. Меньше рейсов, меньше водителей, меньше топлива на тонну. Однако эта математика работает только при идеальных условиях. Строительство дороги шириной 30 метров вместо 15 метров требует выемки дополнительного объема вскрыши. Это прямые потери полезного ископаемого или увеличение коэффициента вскрыши [4-5].

Есть еще фактор ликвидности. Дорога, построенная под сверхтяжелую технику, специфична. Если предприятие решит вернуться на технику меньшего класса, эта инфраструктура будет избыточной. Но обратный переход проще, чем усиление дорог под гигантов. Это создает определенную жесткость в планировании. Предприятие привязывает себя к определенному типу техники на долгие годы.

Безопасность движения крупных самосвалов имеет свою специфику. Зоны слепости у таких машин огромны. Водитель не видит технику и людей вблизи кузова. Это требует особой организации движения на дорогах. Разделение потоков, создание убежищ для пешеходов, установка дополнительных зеркал и камер. Инфраструктура должна включать системы мониторинга, которые отслеживают положение гиганта в реальном времени.

Пылеобразование также усиливается. Большие шины поднимают больше пыли. Это влияет на видимость и здоровье персонала. Системы пылеподавления на дорогах должны работать интенсивнее. В зимний период уборка снега становится сложнее. Стандартные снегоуборочные машины могут не справиться с шириной трассы. Требуется закупка специальной техники, что опять же бьет по бюджету.

Риск аварий на таких дорогах выше из-за инерции машины. Остановить 300-тонный состав на скользкой дороге крайне сложно. Использование противогололедных реагентов создает дополнительную нагрузку на экологическую службу предприятия. В условиях российских зим это становится критическим фактором безопасности.

Производители техники понимают проблемы инфраструктуры. Разрабатываются системы автоматического поддержания давления в шинах, чтобы снизить нагрузку на грунт. Внедряются системы помощи водителю, которые предупреждают о выходе за пределы дороги. Перспективным направлением видится стандартизация параметров дорог под конкретный класс техники. Перспективы внедрения связаны со следующими направлениями:

- автоматизация процессов транспортировки горной массы на открытых горных работах, что требует создания соответствующей инфраструктуры для роботизированных самосвалов. Например, разработка систем автоматического контроля качества дорог с помощью бортового оборудования самосвалов;
- оптимизация скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов и снижение сопротивления качению по дорогам, что может снизить энергозатраты;

учет особенностей горнодобывающих условий при проектировании дорог, например, разработка горных пород, снижающих несущую способность при увлажнении, — в этом случае дороги проектируют в виде профилированных дорог без твердых покрытий.

Таким образом, баланс между мощностью техники и возможностями инфраструктуры может стать фактором успешной эксплуатации.

Список литературы:

1. Лель Ю.И., Глебов И.А. Обоснование оптимального уклона крутонаклонных автосъездов для полноприводных автосамосвалов, эксплуатиру-

емых при доработке алмазородных месторождений. Горная промышленность. 2022;(1S):95–99. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-1S-95-99

2. Akdag S., Basarir H., Karpuz C., Ozyurt M. Stability analysis and optimized slope angle for the iron ore open-pit mine. In: Proceedings of the 24th International Mining Congress and Exhibition of Turkey, Antalya, April 14–17, 2015. The Chamber of Mining Engineers of Turkey; 2015, pp. 606–611.

3. Гвоздкова, Т. Н. Состояние рынка угля в Кузбассе: проблемы и направления их решения / Т. Н. Гвоздкова, Т. А. Тюленева // Современные тенденции и инновации в науке и производстве : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Междуреченск, 22 мая 2025 года. – Междуреченск: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2025. – EDN ZGSCKS.

4. Исследование влияния изменения высоты уступа на текущий коэффициент вскрыши при использовании автономных карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 т / Д. М. Дубинкин, А. А. Хорешок, Ш. Я. Исмаилова, С. О. Марков // Техника и технология горного дела. – 2023. – № 3(22). – С. 71-81. – DOI 10.26730/2618-7434-2023-3-71-81. – EDN HWNEKA.

5. Некоторые особенности отработки наклонных угольных пластов обратными гидролопатами в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 220 тонн / А. А. Хорешок, С. Н. Данилов, Д. М. Дубинкин [и др.] // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 22. – С. 91-99. – DOI 10.26160/2658-3305-2023-22-91-99. – EDN XMIYXV.